

PUB-NO: DE019644777C1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19644777 C1  
TITLE: Filling level indicator sensors for  
automobile fuel tank  
PUBN-DATE: June 4, 1998

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
KLEMP, HEINZ DE

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
SICAN GMBH DE

APPL-NO: DE19644777

APPL-DATE: October 28, 1996

PRIORITY-DATA: DE19644777A ( October 28, 1996)

INT-CL (IPC): G01F023/26, G01D005/24

EUR-CL (EPC): G01F023/26 ; G01D005/24, G01F023/26

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>The filling level indicator uses a number of capacitive sensors extending along a filling level path. Each sensor has a measuring electrode and a cooperating counter-electrode, with the filling liquid providing the dielectric. The sensors are arranged in at least two fields extending next to one another along the filling path. Individual measuring electrodes (3) and common field electrodes (2), are coupled to a

filling level evaluation circuit (7) with an oscillator and a switching unit, selectively coupling each measuring electrode to the oscillator.



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 44 777 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>  
G 01 F 23/26  
G 01 D 5/24

②1 Aktenzeichen: 196 44 777.1-52  
②2 Anmeldetag: 28. 10. 96  
④3 Offenlegungstag: -  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 6. 98

DE 196 44 777 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

SICAN Gesellschaft für Silizium-Anwendungen und  
CAD/CAT Niedersachsen mbH, 30419 Hannover, DE

⑦2 Erfinder:

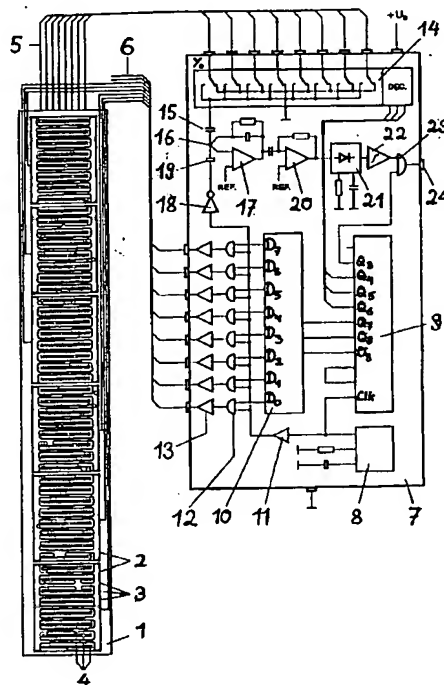
Klemp, Heinz, 30916 Isernhagen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 31 14 678 C2  
DE-AS 22 21 741  
DE 42 04 212 A1  
DE 40 37 927 A1  
DE 39 26 218 A1  
DE 37 20 473 A1

⑤4 Füllstandssensor mit einer Anzahl kapazitiver Sensoren

⑤7 In herkömmlichen Füllstandssensoren werden zur Auswertung von Fluidpegeln jeweils Differenzen der durch das Dielektrikum des Fluids beeinflussten Kapazitäten von Kondensatorenpaaren mit Hilfe von Differenzverstärkern bestimmt. Unter der Voraussetzung genau gleicher Ausgangskapazitäten der Kondensatoren weist eine Differenz darauf hin, daß sich nur ein Kondensator in dem Fluid befindet. Zur Auswertung können auch einzelne Kapazitäten mit einem Referenzwert verglichen werden. Die Erfindung erfordert keine zwei exakt gleichen Kapazitäten bzw. keinen genauen Referenzwert mehr. Die einzelnen Kondensatoren werden entlang der Füllstrecke der Reihe nach angesteuert, wobei die restlichen Kondensatoren auf ein gemeinsames Potential gelegt werden. Damit werden die parasitären Kapazitäten minimiert. Eine Ladungsverschiebung weist darauf hin, daß sich die Elektroden des angesteuerten Kondensators in dem Fluid befinden. Der Flüssigkeitssensor ist für Kraftstofftanks vor allem in Kraftfahrzeugen geeignet.



DE 196 44 777 C 1

Die Erfindung betrifft einen Füllstandssensor mit einer Anzahl kapazitiver Sensoren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Füllstandssensoren werden insbesondere in Kraftstofftanks, z. B. bei Kraftfahrzeugen und Motorrädern, verwendet. Aus Sicherheitsgründen haben Kraftstofftanks zumeist eine sehr irreguläre Form, wodurch herkömmliche Potentiometer-Sensoren nur beschränkt einsetzbar sind. Ihre Auflösung und Genauigkeit ist im Bereich der Restmenge oder bei vollem Tank eingeschränkt. Außerdem sind Potentiometer-Sensoren verschleißanfällig und können leicht durch mechanische Einflüsse ausfallen.

Alternativ zu Potentiometer-Sensoren sind kapazitive Sensoren bekannt.

In der DE-AS 22 21 741 ist ein Füllstandssensor zur kapazitiven Messung von Füllhöhen eines Füllgutes (z. B. eines Fluids) beschrieben, bei dem mehrere im Abstand übereinander angeordnete Kondensatoren vorgesehen sind. Jeweils zwei benachbarte Kondensatoren der gleichen Kapazität bilden einen Differentialkondensator. Jeder Kondensator wird durch ein Elektrodenpaar gebildet, das ggf. von Füllgut umgeben ist. Die Dielektrizitätskonstante des Füllgutes beeinflusst dann die Kapazität der Kondensatoren. Bei der bekannten Anordnung ist vorgesehen, daß die Differentialkondensatoren der Reihe nach an ihren gemeinsamen Elektroden mit einem Impulssignal beaufschlagt werden. Die Gegenelektroden sind jeweils mit einem Differenzverstärker verbunden, dessen Ausgangssignal einen Impulszähler ansteuert. Befinden sich beide zu einem Differentialkondensator gehörige Kondensatoren im gleichen Medium, so ist unter der Voraussetzung, daß beide Kondensatoren die gleiche Kapazität aufweisen, das Ausgangssignal des Differenzverstärkers Null. Entsprechend ist das Differenzsignal ungleich Null, wenn sich die beiden Kondensatoren in verschiedenen Medien befinden. Die Anzahl der Impulse, die sich von Null unterscheiden, ist ein Maß für die Füllhöhe.

Diese Anordnung hat den Nachteil, daß die jeweils beiden Kondensatoren, die einen Differenzkondensator bilden, exakt die gleiche Kapazität aufweisen müssen.

Der Nachteil von Kondensatorenpaaren mit exakt gleicher Kapazität wird durch die Anordnung nach DE-PS 25 15 065 beseitigt. Dort ist ein Meßgerät mit einzelnen, übereinander angeordneten Kondensatoren beschrieben, deren erste Elektroden jeweils miteinander verbunden sind und mit Impulsen beaufschlagt werden. Die Auswertung der Kapazitäten erfolgt einzeln über die jeweiligen zweiten Elektroden. Diese sind an jeweils einen Differenzverstärker geschaltet, an dem das Signal des jeweiligen Kondensators mit einem Referenzwert verglichen wird. Die Summe von Ausgangssignalen bei denen sich das Kondensatorsignal vom Referenzwert unterscheidet (wahlweise auch die Summe der Ausgangssignale, bei denen das Kondensatorsignal dem Referenzwert entspricht), ist ein Maß für die Füllhöhe.

Für jeden Kondensator ist ein eigener Differenzverstärker erforderlich, was den Schaltungsaufwand erhöht. Durch das gemeinsame Ansteuern und Auslesen der Kondensatoren entstehen Streukapazitäten, die das Meßergebnis verfälschen. Außerdem ändern sich die Kapazitäten durch Veränderungen der Dielektrizitätskonstanten, z. B. in Abhängigkeit vom Füllgut und durch Temperaturschwankungen, und durch Alterung des Füllstandssensors. Daher muß der Referenzwert ständig kalibriert und an das jeweilige Füllgut angepaßt werden.

In der DE-OS 42 04 212 ist ein Füllstandssensor beschrieben, der zwei Elektroden aufweist, deren Flächen ge-

genläufig verjüngt sind. Die eine kapazitive Fläche nimmt somit bei steigendem Medium wesentlich mehr zu als die andere kapazitive Fläche. Dadurch muß nur die Differenz beider Kapazitäten bestimmt werden, die ein Maß für die Füllhöhe ist. Damit ist dieser Füllstandssensor während einer Messung unabhängig von der Dielektrizitätskonstanten des Füllgutes.

Das System muß jedoch immer noch in Abhängigkeit von dem Füllgut kalibriert werden, da die absolute Differenz als Maß für den Füllstand immer noch von der Dielektrizitätskonstanten abhängig ist. Außerdem steilen Streukapazitäten ein Problem dar.

Aus der DE-OS 37 20 473 ist ein Füllstandssensor bekannt, bei dem entlang einer Füllstrecke einzelne Kondensatoren in einem zylindrischen Gefäß angeordnet sind. Bei einem aufrecht stehenden Gefäß entspricht die Füllstrecke der Füllhöhe, die wiederum proportional zum Füllgut bzw. zur Fluidmenge ist. Die Kapazität eines jeden Kondensators variiert in Abhängigkeit von dem Dielektrikum zwischen den entsprechenden Elektroden, aus denen jeder Kondensator gebildet ist. Entsprechend des Füllstandes existiert somit eine Gruppe benachbarter Kondensatoren, die sich im Fluid befinden. Diese Kondensatoren weisen eine Kapazität auf, die sich von einer weiteren Gruppe Kondensatoren unterscheidet, die sich in Luft befinden. Zur Auswertung der Kapazitäten ist jeder Kondensator einzeln an eine Auswerteschaltung angeschlossen. Die Auswerteschaltung bestimmt die jeweilige Kapazität und vergleicht diese mit einem Referenzwert.

Durch eine Änderung der Kondensatoreigenschaften, wie z. B. durch Alterung oder durch Einwirkungen des Füllgutes, wird das Meßergebnis verfälscht. Dadurch ist es notwendig, das Meßsystem in periodischen Abständen zu kalibrieren. Außerdem muß der Referenzwert und das Maß der Kapazitätsänderung in Abhängigkeit vom Füllgut eingestellt werden. Dies stellt insbesondere bei Füllstandssensoren in KFZ-Treibstofftanks ein Problem dar, da die Dielektrizitätskonstante von Treibstoff in Abhängigkeit von der Treibstoffqualität und dem Wasseranteil divergieren kann.

In der DE-OS 49 37 927 ist eine Einrichtung zur Füllstandsmessung beschrieben, bei der Kondensatoren zu einer ersten und mindestens einer weiteren Gruppe zusammengefaßt sind. Jede Gruppe enthält zwei Untergruppen von parallelgeschalteten Kondensatoren. Zwei in Füllstreckenrichtung aufeinander folgende Kondensatoren derselben Gruppe weisen bei gleichem Dielektrikum annähernd gleiche Kapazitäten auf. Die Untergruppen einer Gruppe sind jeweils an eine gemeinsame Vergleichseinheit angeschlossen, die in Abhängigkeit von der Differenz der resultierenden Kapazitäten der Untergruppen ein digitales Vergleichssignal bildet. Als Referenzwert für die resultierende Kapazität einer Untergruppe dient die resultierende Kapazität einer anderen Untergruppe. Damit werden gleichsinnige Alterungs- und Umwelteinflüsse kompensiert.

Die Einrichtung hat den Nachteil, daß die Kondensatoren exakt die gleiche Kapazität aufweisen müssen. Hierdurch ist eine aufwendige Fertigung erforderlich, da die Kapazität in Abhängigkeit von der Beschichtung und von den verwendeten Substraten schwankt. Außerdem ergeben sich Probleme durch parasitäre Streukapazitäten, da pro Impuls eine Reihe Kondensatoren angesprochen werden, die sich wechselseitig beeinflussen.

In der DE-PS 31 14 678 ist ein Füllstandsanzeiger beschrieben, bei dem mehrere Meßelektroden abschnittsweise zusammengefaßt und einer Auswerteschaltung zugeführt sind. Die Sensorelemente haben eine einzige Gegenelektrode. Die unterhalb eines Flüssigkeitsspiegels liegenden Kondensatoren sind durch das Dielektrikum der Flüssigkeit

parallelgeschaltet, so daß die resultierende Kapazität das Maß für den Flüssigkeitsstand ist. Es ist daher ein Referenzwert zur Umsetzung der gemessenen Kapazität in einen proportionalen Flüssigkeitsstand erforderlich. Der Referenzwert ist abhängig von dem zu messenden Medium. Er muß bei jedem neuen Befüllen des Behälters neu kalibriert werden. Zudem treten Streukapazitäten zwischen der Gegenelektrode und den Meßelektroden, sowie zwischen den Meßelektroden auf.

Die DE-OS 39 26 218 A1 zeigt eine Füllstandsmeßeinrichtung, mit der der Füllstand inhomogen verteilter Medien ohne Kalibrierung eines Referenzwertes bestimmbar ist. Hierzu werden die Meßelektroden als Einzelelektroden einer Auswerteeinheit zugeführt und zyklisch sequentiell ausgewertet. Dabei wird jeder Kapazitätswert in einem Komparator mit einem Referenzwert verglichen, der für gleichgroße Elektroden gleich ist. Es ist eine einzige Gegenelektrode vorhanden, die die Behälterwand sein kann.

#### Aufgabe

Ausgehend von diesem Stand der Technik war es Aufgabe der Erfindung, einen Füllstandssensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 für eine hochauflösende Füllstandsmessung ohne Kalibrierungsaufwand zu schaffen. Die Füllhöhe sollte unabhängig von der Füllgutbeschaffenheit, insbesondere der Dielektrizitätskonstanten, ohne einen Referenzwert bestimmt werden. Der Füllstandssensor sollte leicht herstellbar, kostengünstig und wartungsarm sein.

#### Erfindung

Die Aufgabe wird durch den Füllstandssensor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Meßelektroden der kapazitiven Sensoren sind einzeln ansteuerbar mit einer Füllstandsauswerteschaltung verbunden. Weiterhin sind pro Feld die Gegenelektroden der entsprechenden Gruppe kapazitiver Sensoren zu einer Feldelektrode zusammengeschaltet, wobei die Feldelektroden der Felder einzeln ansteuerbar sind.

Durch diese Aufteilung der einstückigen Gegenelektrode in eine Vielzahl von Feldelektroden, die aus einzelnen Gegenelektroden besteht, werden die Streukapazitäten reduziert.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Bei dem erfindungsgemäßen Füllstandssensor werden mit Ausnahme des auszuwertenden Kondensators und des entsprechenden Feldes alle anderen Felder und Kondensatoren an ein gemeinsames Potential (z. B. Masse) gelegt. Dadurch werden parasitäre Kapazitäten, die u. a. zwischen den Leiterbahnen und der Masse bzw. von Leiterbahn zu Leiterbahn auftreten vermindert. Die Feld- und Meßelektroden entlang der Füllstrecke werden einzeln der Reihe nach angesteuert, wobei eine Ladungsverschiebung ein Zeichen dafür ist, daß sich die Elektroden in einem Fluid befinden.

Die jeweils ausgewählte Meßelektrode wird an einem virtuellen Nullpunkt mit dem gegenphasigen oszillierenden Signal überlagert, das auf die ausgewählte Feldelektrode gegeben wird, so daß die Ausgangsspannung im virtuellen Nullpunkt normal erweise nahezu Null ist. Da die parasitären Kapazitäten alle parallel zu dem virtuellen Nullpunkt liegen, tritt dort eine Ladungsverschiebung auf. Durch eine Gegenkompensation an einem nachfolgenden Verstärker bleibt die Nullspannung im virtuellen Nullpunkt erhalten. Am Ausgang des Verstärkers entsteht jedoch eine Potentialänderung, die angibt, daß sich die Meßelektrode in einem Fluid befindet. Der Einfluß der parasitären Kapazitäten wird durch

diese Maßnahme nahezu eliminiert.

#### Zeichnungen

5 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit der beigefügten Zeichnung erläutert.

Fig. 1 Schematische Darstellung des Füllstandssensors und Schaltbild einer Füllstandsauswerteschaltung;

10 Fig. 2 Schematische Darstellung des in einem flüssigem Medium befindlichen Füllstandssensors;

Fig. 3 Ausschnitt des Schaltbildes der Füllstandsauswerteschaltung mit parasitären Kapazitäten;

Fig. 4 Diagramm der elektrischen Signale an den Feldelektroden und der Ausgangssignale.

#### Ausführungsbeispiel

In der Fig. 1 ist schematisch eine Ansicht des Füllstandssensors 1 dargestellt. Der Füllstandssensor 1 besteht aus einer Anzahl Felder mit jeweils einer Anzahl kapazitiver Sensoren. Die Felder und die kapazitiven Sensoren sind aufeinanderfolgend entlang einer Füllstrecke angeordnet. Die Kapazitäten der kapazitiven Sensoren sind durch das Dielektrikum eines Füllgutes beeinflussbar. Pro Feld sind die jeweils ersten Elektroden der Gruppe kapazitiver Sensoren zu einer Feldelektrode 2 zusammengeschaltet. Die zweiten Elektroden, bzw. Meßelektroden 3, der kapazitiven Sensoren sowie die Feldelektroden 2 der Felder sind über jeweilige Leitungen 5, 6 einzeln ansteuerbar mit einer Füllstandsauswerteschaltung 7 verbunden.

Der Füllstandssensor 1 kann als doppelseitig bestückte Leiterplatte ausgeführt werden, wobei die Meßelektroden 3 der kapazitiven Sensoren als rechteckige Metallflächen auf der einen Seite der Leiterplatte gebildet sind. Die rechteckigen Metallflächen eines Feldes sind von einer Metallfläche umgeben, die eine Feldelektrode 2 bildet. Zwischen der Feldelektrode 2 und den Meßelektroden 3 ist ein nicht leitender Zwischenraum vorgesehen. Durch eine Durchkontaktierung 4 sind die Meßelektroden 3 jeweils leitend mit entsprechenden Leiterbahnen auf der anderen Seite der Leiterplatte verbunden.

Der Füllstandssensor 1 kann mit einem Metallrohr umgeben sein, das an ein gemeinsames Potential, z. B. Masse, gelegt ist. Dadurch können Störeinflüsse, die insbesondere durch parasitäre Kapazitäten verursacht sind, vermindert werden.

Die in dem Schaltbild aus der Fig. 1 dargestellte Füllstandsauswerteschaltung 7 wird im folgenden in bezug auf das Meßverfahren beschrieben:

50 Von einem RC-Oszillator 8 wird ein Signal generiert, das dem Clock-Eingang Clk des binären Zählers 9 zugeführt wird. Ein Decoder 10, der von den Ausgängen Q<sub>7</sub>, Q<sub>8</sub> und Q<sub>9</sub> gesteuert wird, startet einen Auswertezyklus mit einem High-Signal an seinem unteren Ausgang D<sub>0</sub>. Die anderen Ausgänge D<sub>1</sub>...<sub>7</sub> weisen dann ein Low-Signal auf. Das Signal des RC-Oszillators 8 wird 5 außerdem über einen Treiber 11 UND-Gattern zugeführt. Die Ausgänge D<sub>0</sub>...<sub>7</sub> des Decoders 10 sind ebenfalls mit den UND-Gattern verbunden. Durch die Verknüpfung an den UND-Gattern gelangt das Signal des RC-Oszillators 8 über das untere UND-Gatter 12, den unteren Felddreiber 13 und eine Feldleitung 6 an die untere Feldelektrode 2.

65 Während das Signal des RC-Oszillators 8 an dieser unteren Feldelektrode 2 anliegt, wird ein analoger Multiplexer 14 über die Ausgänge Q<sub>4</sub>, Q<sub>5</sub> und Q<sub>6</sub> des binären Zählers 9 gesteuert. Der analoge Multiplexer 14 beginnt seinen Zyklus mit dem Eingang Y<sub>0</sub>, wobei das über die Kapazität des unteren kapazitiven Sensors bzw. der unteren Meßelektrode

3 gewonnene Signal über eine Meßleitung 5 und einen ersten Kondensator 15 an einen virtuellen Nullpunkt 16 eines Summier-Operationsverstärkers 17 geleitet wird. Gleichzeitig gelangt ein gegenphasiges Signal des RC-Oszillators 8 über einen Inverter-Treiber 18 und einen weiteren Kondensator 19 an den virtuellen Nullpunkt 16. Die nicht aktivierten Feldelektroden 2 und die nicht aktivierten Meßeletroden 3 werden jeweils durch die UND-Gatter 12 und die Treiber 13 bzw. durch den analogen Multiplexer 14 mit Massepotential verbunden. Damit werden die Störeinflüsse durch parasitäre Kapazitäten vermindert.

Befindet sich nun die aktivierte untere Meßeletrode 3 in Luft, ergibt sich in dem virtuellen Nullpunkt 16 nahezu eine Kompensation bzw. eine Auslöschung der beiden Signale. Ist die untere Meßeletrode 3 jedoch von einem zu messenden Füllgut, z. B. Wasser, Kraftstoff etc., umgeben, dann ändert sich die Kapazität der Meßeletrode 3 zur unteren Feldelektrode 3 und ggf. zur Bezugselektrode des Metallrohrs drastisch. Damit wird eine Änderung des Meßsignals am virtuellen Nullpunkt 16 des Summier-Operationsverstärkers 17 bewirkt. Das Meßsignal am virtuellen Nullpunkt 16 wird von dem Summier-Operationsverstärker 17 und dem nachgeschalteten Operationsverstärker 20 verstärkt und in einem aktiven Gleichrichter 21 gleichgerichtet. Das gleichgerichtete Signal wird einem Schmitt-Trigger 22 zugeleitet. Übersteigt das Gleichspannungssignal die Schwelle des Schmitt-Triggers 22, dann liegt an seinem Ausgang ein High-Pegel an. Dieses Ausgangssignal wird über das Ausgangs-UND-Gatter 23 mit dem Ausgangssignal  $Q_3$  des binären Zählers 9 verknüpft und als positiver Impuls an den Ausgangsanschluß 24 geleitet.

Über den analogen Multiplexer 14 werden die Meßeletroden 3 innerhalb der unteren Feldelektrode 2 nun nacheinander abgefragt. Sie erzeugen in Abhängigkeit von der Füllstandshöhe ein High-Signal an dem Ausgangsanschluß 24.

Nachdem alle unteren acht Meßeletroden 3 innerhalb der unteren Feldelektrode 2 abgefragt wurden, wird die nächst höhere Feldelektrode 2 über den binären Zähler 9 und den Decoder 10 aktiviert und die Abfrage der innerhalb dieses Feldes befindlichen Meßeletroden der Reihe nach durchgeführt.

Nach Abfrage der oberen Meßeletroden innerhalb der oberen Feldelektrode wird der binäre Zähler 9 zurückgesetzt und der Meßvorgang beginnt wieder mit der unteren Feldelektrode 2. Die innerhalb dieses Zyklus erzeugten Impulse am Ausgangsanschluß 24 sind ein Maß für den aktuellen Füllstand. Anstelle der einzelnen Impulse am Ausgangsanschluß 24 kann auch eine parallele Ausgabe kodierter Daten erfolgen.

Die Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des in einem flüssigem Medium befindlichen Füllstandssensors. Die Feldelektroden 2.1 und 2.2 der beiden unteren Felder und die unteren beiden Meßeletroden der Feldelektrode 2.3 befinden sich vollständig im Fluid. Die anderen Meßeletroden innerhalb der Feldelektrode 2.3 und die Feldelektrode 2.4 sind von Luft umgeben und weisen daher eine andere Kapazität auf als die im Fluid befindlichen Elektroden.

Die Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des Schaltbildes der Füllstandsauswerteschaltung mit parasitären Kapazitäten, die sich u. a. zwischen den Leiterbahnen und der Masse sowie zwischen benachbarten Leiterbahnen befinden. Sie werden dadurch eliminiert, daß alle Felder und Kondensatoren, mit Ausnahme des auszuwertenden Kondensators und des entsprechenden Feldes, an Masse gelegt und damit neutralisiert werden. Dies wird im folgenden näher erläutert:

Jeweils eine Feldelektrode 2.1, 2.2, ... erhält von einem Oszillator über Leistungsbuffer, die durch die UND-Gatter und die Feldtreiber 13 gebildet werden, ein hochfrequentes Si-

gnal (HF-Signal) von ca. 100 kHz. Die Meßeletroden 3 werden über den Decoder 14 derart angesteuert, daß jeweils nur eine Meßeletrode 3 über den ersten Kondensator 15 an den virtuellen Nullpunkt 16 gelegt wird. Alle anderen Feldelektroden und Meßeletroden werden über bilaterale Schalter an ein festes Potential gelegt. Ein Anteil des gleichen HF-Signals, das auch auf die ausgewählte Feldelektrode gegeben wird, liegt gegenphasig an dem virtuellen Nullpunkt 16 (bzw. Summierpunkt) des Summier-Operationsverstärkers 17 an. Dort ist die Ausgangsspannung im Normalfall nahezu Null. Die parasitären Kapazitäten liegen alle parallel zu dem virtuellen Nullpunkt 16 des folgenden Summier-Operationsverstärkers 17. Da die Spannung im virtuellen Nullpunkt 16 nahezu Null ist, haben die parasitären Kapazitäten keinen Einfluß mehr. Damit die Nullspannung auch bei einer durch die kapazitiven Sensoren verursachten Ladungsverschiebung erhalten bleibt, ist eine Gegenkompensation des Summier-Operationsverstärkers 17 vorgesehen. Trotz Nullspannung entsteht jedoch am Ausgang des Summier-Operationsverstärkers 17 eine Potentialänderung. Dadurch wird der Einfluß der parasitären Kapazitäten nahezu eliminiert. Das Ausgangssignal des Summier-Operationsverstärkers 17 kann anschließend verstärkt, verglichen und integriert werden.

Die Fig. 4 zeigt ein Diagramm der elektrischen Signale an den Feldelektroden und der Ausgangssignale. Zunächst wird ein HF-Signal über den entsprechenden Feldtreiber 13 auf die untere Feldelektrode 2.1 gegeben. Da sich die untere Feldelektrode 2.1 und die jeweiligen Meßeletroden 3 im Fluid befinden, tritt am Summier-Operationsverstärker 17 eine Potentialverschiebung auf, die verstärkt und gleichgerichtet wird und am Schmitt-Trigger 22 zu einem High-Pegel führt. Dieser High-Pegel bleibt so lange erhalten, wie die im Fluid befindlichen Meßeletroden 3 innerhalb der Feldelektroden 2.1 bis 2.3 angesteuert werden. Der High-Pegel wird mit Hilfe des Ausgangs-UND-Gatters 23 in jeweils einen Impuls pro angesteuerte Meßeletrode 3 verwandelt, der am Ausgangsanschluß 24 anliegt. Sobald nun die erste oberhalb des Fluidpegels befindliche Meßeletrode 3 angesteuert wird, unterschreitet die Potentialverschiebung den am Schmitt-Trigger 22 eingestellten Schwellwert, so daß dort ein Low-Pegel anliegt. Dann liegt auch an dem Ausgangsanschluß 24 kein High-Pegel mehr an. Zur Füllhöhenmessung müssen nur noch die Impulse am Ausgangsanschluß 24 ausgewertet werden. Die Schaltung ist sehr unempfindlich gegen Schwankungen der Dielektrizitätskonstante des Fluids, da keine absoluten Kapazitäten, sondern nur die Differenz der Potentialverschiebung ausgewertet wird, die bei Fluiden und bei Luft auftritt.

Die Füllguthöhe entspricht nur bei gleichförmigen z. B. zylindrischen Behältern dem Literinhalt. Mit dem Füllstandssensor ist es möglich, das Meßsignal durch eine Anpassung der Elektrodenflächen zu linearisieren, um ein jederzeit zum Literinhalt proportionales Signal zu erhalten. Die Größe der kapazitiven Sensoren wird hierzu an die spezielle Form des Füllgutbehälters angepaßt. In Bereichen mit geringem Volumen, in denen bei einer kleinen Volumenänderung eine große Füllhöhenänderung ergibt, werden die Flächen der Meßeletroden 3 vergrößert. Außerdem können die Felder leicht an spezielle Behälterformen, z. B. an konische Behälterböden, angepaßt werden.

#### Patentansprüche

1. Füllstandssensor mit einer Anzahl kapazitiver Sensoren, die jeweils eine Meßeletrode und eine Gegen-
- elektrode haben, wobei
- die kapazitiven Sensoren entlang einer Füll-

- strecke angeordnet sind,  
 – die Kapazitäten der kapazitiven Sensoren durch ein Dielektrikum eines Füllgutes beeinflussbar sind,  
 – mindestens zwei Felder aus jeweils einer Gruppe kapazitiver Sensoren gebildet sind, und  
 – die Felder entlang der Füllstrecke aufeinanderfolgend angeordnet sind,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
 – die Meßelektroden (3) der kapazitiven Sensoren einzeln ansteuerbar mit einer Füllstandsauswerteschaltung (7) verbunden sind,  
 – pro Feld die Gegenelektroden der entsprechenden Gruppe kapazitiver Sensoren zu einer Feldelektrode (2) zusammengeschaltet sind und  
 – die Feldelektroden (2) der Felder einzeln ansteuerbar mit der Füllstandsauswerteschaltung (7) verbunden sind. 5
2. Füllstandssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet ist, daß 20  
 – jeweils nur eine der mehreren Feldelektroden (2) ausgewertet wird, während die anderen Feldelektroden (2) auf ein gemeinsames Potential gelegt sind,  
 – jeweils nur eine Meßelektrode (3) der Anzahl kapazitiver Sensoren ausgewertet wird, während die Meßelektroden (3) der anderen kapazitiven Sensoren auf das gemeinsame Potential gelegt sind. 25
3. Füllstandssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllstandsauswerteschaltung (7) 30  
 – einen Oszillator,  
 – eine Schalteinheit, die mit dem Oszillator und wahlweise mit jeweils einer Feldelektrode (2) verbunden ist, und  
 – eine Auswerteeinheit aufweist, die wahlweise mit jeweils einer Meßelektrode (3) verbunden ist. 35
4. Füllstandssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllstandsauswerteschaltung (7) 40  
 – einen Oszillator,  
 – eine Schalteinheit, die mit dem Oszillator und wahlweise mit jeweils einer Meßelektrode (3) verbunden ist, und  
 – eine Auswerteeinheit aufweist, die wahlweise mit jeweils einer Feldelektrode (2) verbunden ist. 45
5. Füllstandssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
 – jeweils eine ausgewählte Meßelektrode (3) über einen ersten Kondensator (15) entkoppelt und mit dem invertierten Signal des Oszillators, das durch einen zweiten Kondensator (19) entkoppelt ist, zusammengeschlossen ist und  
 – ein rückgekoppelter Verstärker zum Verstärken des daraus resultierenden Signals vorgesehen ist. 50
6. Füllstandssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstandssensor von einem Metallrohr umgeben ist, wobei das Metallrohr an das gemeinsame Potential gelegt ist. 55
7. Füllstandssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenflächen der kapazitiven Sensoren jeweils derart an das relative Volumen in der Umgebung des jeweiligen Sensors angepaßt sind, daß die Ausgangssignalfolge eine zum Volumen proportionale Signalfolge ist. 60

65

---

 Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen
 

---

- Leerseite -



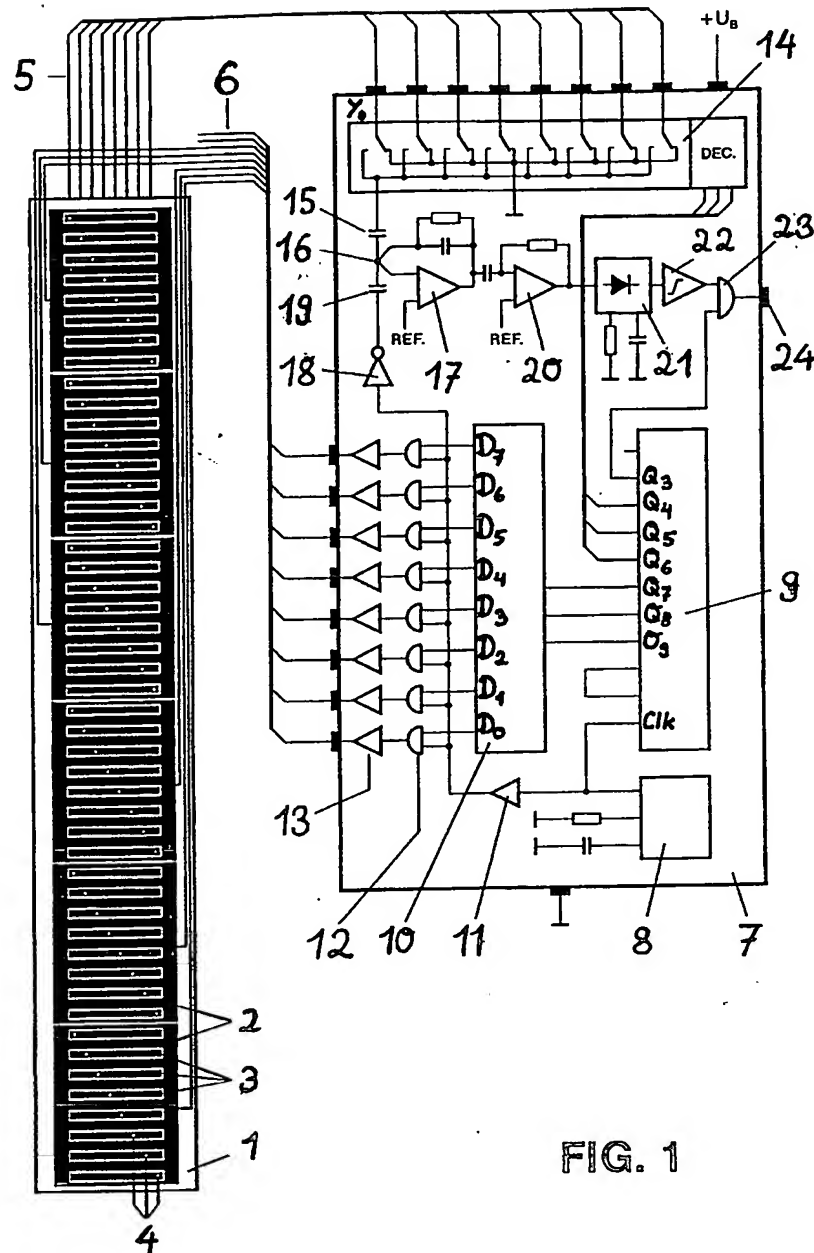


FIG. 1

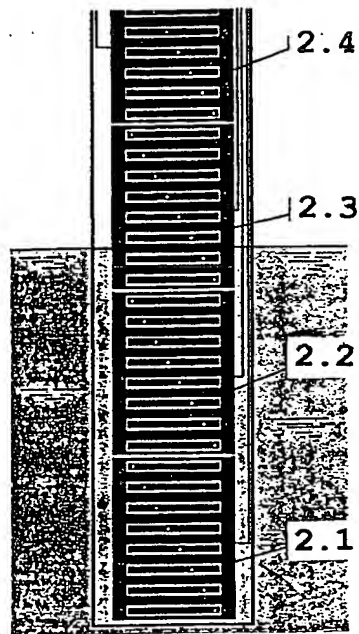


Fig. 2

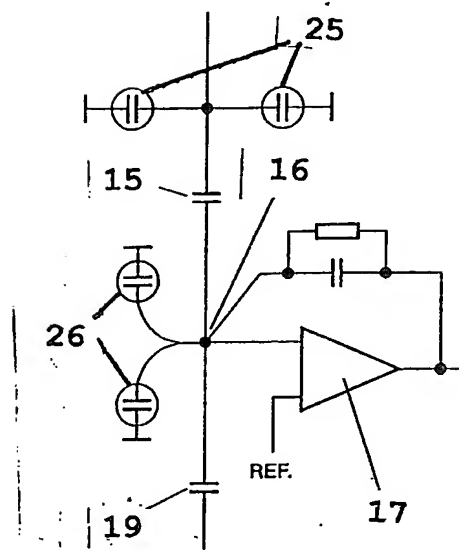


Fig. 3

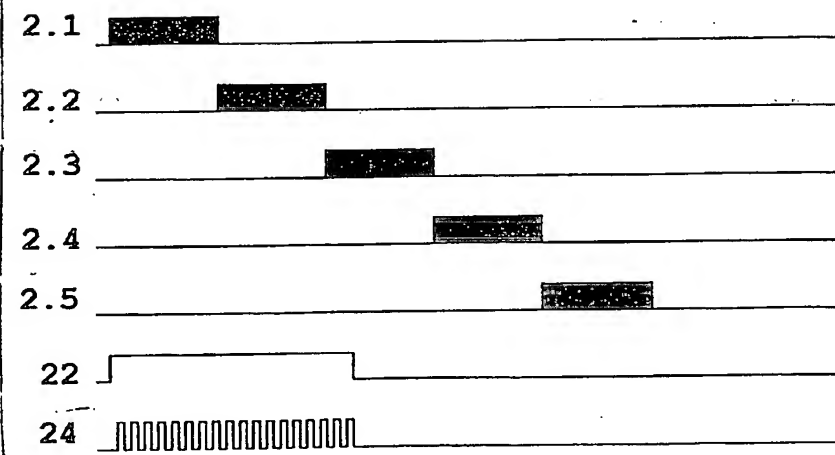


Fig. 4